

Рис. 1 – Зависимость количества невырожденных блоков матрицы ЦИ от ОПИ

Таблица 2– Зависимость количества блоков разного ранга матрицы изображения от ОПИ

		Количество блоков матрицы, содержащих m нулевых СНЧ по отношению к ОЧБ, %								
		$m=0$	$m=1$	$m=2$	$m=3$	$m=4$	$m=5$	$m=6$	$m=7$	$m=8$
Исх. ЦИ		89.36	4.21	1.71	1.43	1.06	0.95	0.57	0.59	0.12
ОПИ, %	10	93.4	3.55	1.88	0.82	0.3	0.05	0	0	0
	20	95.45	3.42	0.91	0.21	0.01	0	0	0	0
	35	98.24	1.63	0.13	0	0	0	0	0	0
	65	99.78	0.22	0	0	0	0	0	0	0

Выводы. Таким образом, в работе путем адаптации ОПАИС в область

СА

- разработаны основы общего стеганоаналитического подхода, основанного на сведении процесса СА к анализу СНЧ матриц тестируемых ЦИ;
- получены качественные характеристики сингулярных спектров матриц изображений, хранимых в различных форматах;
- основные качественные отличия сингулярных спектров блоков СС с разными ОПИ от блоков JPEG-контейнеров.

Определение количественных пороговых значений для найденных качественных отличий позволят разработать универсальный метод СА, что является целью дальнейшей работы авторов.

Список литературы: 1. Грибунин В. Г. Цифровая стеганография / В. Г. Грибунин, И. Н. Оков, И. В. Туринцев. – М. : Солон-Пресс, 2002. – 272 с. 2. Ленков С. В. Методы и средства защиты информации : в 2 т. / С. В. Ленков, Д. А. Перегудов, В. А. Хорошко. – К. : Арий, 2008. 3. Gul G. SVD-Based Universal Spatial Domain Image Steganalysis / G. Gul, F. Kurugollu // IEEE Transactions on Information Forensics and Security. – 2010. – Vol. 5. – №. 2. – P. 349–353. 4. Gul G. Steganalytic features for JPEG compression based perturbed quantization / G. Gul, A. E. Dirik, I. Avcibas // IEEE Signal Process. Lett. – Vol. 14. – №. 3. – P. 205–208. 5. Lyu S. Detecting hidden messages using higher-order statistics and support vector machines / S. Lyu, H. Farid // Lecture Notes in Computer Science. New York : Springer-Verlag, 2002. – Vol. 2578. – P. 340–354. 6. Avcibas I. Image steganalysis with binary similarity measures / I. Avcibas, M. Kharrazi, N. Memon [et al.] // EURASIP J. Appl. Signal Process. – 200. – Vol. 17. – P. 2749–2757. 7. Кобозева А. А. Анализ информационной безопасности / А. А. Кобозева, В. А. Хорошко. – К. : ГУИКТ, 2009. – 251 с. 8. Кобозева А. А. Аналіз захищеності інформаційних систем / А. А. Кобозева, І. О. Мачалін, В. О. Хорошко. – К. : ДУИКТ, 2010. – 316 с. 9. Деммель Дж. Вычислительная линейная алгебра / Дж. Деммель; пер. с англ. Х. Д. Икрамова. – М. : Мир, 2001. – 430 с. 10. Кобозева А. А. Учет свойств нормального спектрального разложения матрицы контейнера при обеспечении надежности восприятия стегосообщения / А. А. Кобозева, Е. А. Трифонова // Вестник НТУ «ХПИ». – 2007. – № 18. – С 81–93. 11. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений / Р. Гонсалес, Р. Вудс; пер. с англ. под ред. П. А. Чочиа. – М. : Техносфера, 2005. – 1072 с. 12. Кобозева А. А. Матричный анализ – основа общего подхода к обнаружению фальсификации цифрового сигнала / А. А. Кобозева, О. В. Рыбальский, Е. А. Трифонова // Вісник Східноукраїнського нац.ун-ту ім. В. Даля. – 2008. – № 8(126), ч.1. – С.62–72.

Надійшла до редколегії 07.06.2011

УДК 004.932

В. А. КОЛБАСИН, канд. техн. наук, каф. САиУ, НТУ «ХПИ»;
К. В. ЩЕБЕНЮК, магистрант, каф. САиУ, НТУ «ХПИ»

ВЛИЯНИЕ ВЫБОРА ФУНКЦИИ ЭНЕРГИИ НА КАЧЕСТВО НЕПРОПОРЦИОНАЛЬНОГО МАСШТАБИРОВАНИЯ ФОТОГРАФИЧЕСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

У статті розглядаються вплив вибору функції енергії на результат непропорційного масштабування фотографічних зображень. Показано, що для збереження пропорцій об'єктів переднього плану можливо використовувати функцію ентропії на основі оператора Собеля. Також в роботі розглянуті питання прискорення роботи програмної реалізації за рахунок використання технології паралельного програмування CUDA.

В статье рассматриваются влияние выбора функции энергии на результат непропорционального масштабирования фотографических изображений. Показано, что для сохранения пропорций объектов переднего плана можно использовать функцию энергии на основе оператора Собеля.

Также в работе рассмотрены вопросы ускорения работы программной реализации за счет использования технологии параллельного программирования CUDA.

The article deals with the influence of the choice of the entropy function on the result of disproportional scaling of photographic images. It is shown that to maintain the proportions of the foreground objects it makes sense to use energy function that based on Sobel operator. Also in the paper accelerated program implementation using CUDA parallel programming technique is proposed.

Введение. Массовое распространение цифровых фотоаппаратов значительно увеличило число людей, использующих цифровые фотографические изображения и средства для работы с ними. При этом, независимо от типа устройства получения изображения и его характеристик, практически все цифровые изображения требуют предварительной подготовки для публикаций на бумажных носителях и в Интернете – предпечатной подготовки.

Одной из наиболее часто возникающих при этом задач является изменение масштаба изображений. Чтобы при выводе растрового изображения оно воспринималось человеком в надлежащем качестве число точек в нем должно соответствовать геометрическим размерам выведенного изображения, разрешающей способности устройства вывода и расстоянию, с которого изображение будет рассматриваться. Если число точек в исходном изображении намного меньше числа точек в результирующем изображении, размеры точек увеличиваются, и появляется эффект пикселизации – элементы раstra становятся заметны человеку, что ухудшает качество изображения. Для снижения влияния эффекта пикселизации можно либо получать сразу исходное изображение с высоким разрешением, либо использовать методы интерполяции для получения недостающих точек изображения по соседним с ними точкам.

Частным случаем проблемы масштабирования изображений является непропорциональное масштабирование, когда соотношение размеров исходного изображения не равно соотношению размеров результирующего изображения. Задача непропорционального масштабирования может быть сведена к задаче изменения размеров изображения только по ширине или по высоте. Для этого в изображение должны быть добавлены дополнительные строки или столбцы. Причем, чтобы избежать значительного снижения визуального качества изображения, они должны быть добавлены так, чтобы пропорции объектов переднего плана не были изменены.

Для непропорционального масштабирования изображений в [1] предложен алгоритм «Liquid Resize». Однако в своей исходной форме он довольно часто искажает пропорции объектов переднего плана. Такое искажение возможно за счет неудачного выбора метода вычисления матрицы энергии изображения. Поэтому цель данной работы – исследование влияния выбора функции вычисления энергии изображения на качество непропорционального масштабирования.

Непропорциональное масштабирование фотографических изменений. Метод «Liquid Resize» построен на удалении/добавлении из изображения точек, которые относятся к областям с наименьшим числом деталей.

Для определения таких областей используется матрица энергии изображения. Ее получают путем применения к изображению так называемой функции энергии. На основании различных критериев важности или различных моделей изображения могут быть построены различные функции энергии. В основном их строят так, чтобы важные, заметные для человека объекты, имели большую энергию, а малозаметные, фоновые – малую энергию. Простейший пример такой функции энергии – градиент, его значение велико там, где изображение резко меняется (края объектов, места резкого изменения цвета), и мало в фоновых частях изображения. Кроме того, повлиять на результаты обработки изображений можно вручную, присвоив большое значение энергии пикселям той части изображения, которая является важнейшей, или малое значение энергии пикселям, которые являются неважными.

То, какие именно области будут подвергаться изменению, определяется выбором функции энергии. Возможно создание функций энергии, выделяющих определенные области изображения, например, лица людей, машины, дома. Однако для их использования необходимо решить нетривиальную задачу распознавания указанных объектов на растровом изображении. Поэтому в данной работе ограничимся использованием простых функций энергии, основанных на использовании методов выделения границ на растровом изображении: типовой функции энергии данного метода, градиентного фильтра и фильтра Собеля.

Типовая функция энергии использует разницу между текущей точкой и ее соседями справа и снизу в соответствии со следующей формулой:

$$e_{x,y} = \begin{cases} \frac{|p_{x,y} - p_{x+1,y}| + |p_{x,y} - p_{x,y+1}|}{2} & x = \overline{1, W-1}, y = \overline{1, H-1} \\ |p_{x,y} - p_{x,y+1}| & x = \overline{W}, y = \overline{1, H-1} \\ |p_{x,y} - p_{x+1,y}| & x = \overline{1, W-1}, y = \overline{H} \end{cases}, \quad (1)$$

где $e_{x,y}$ – значение энергии точки изображения с координатами x, y ;

$p_{x,y}$ – точка исходного изображения с координатами x, y ;

W, H – ширина и высота изображения.

Данная функция была предложена в исходной работе и дает неплохие результаты для изображений, в которых имеются резкие переходы длинной в один пиксель между границами объектов. Однако за счет размытия границ оптикой среднего и плохого качества таких фотографических изображений не так много среди общего количества.

Функция на основе градиента использует в качестве матрицы энергии результат применения к изображению одного из линейных градиентных фильтров [2].

Применение линейного фильтра к изображению описывается формулой

$$e_{x,y} = \sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 E_{i,j} \cdot P_{x+i,y+j}, \quad (2)$$

где $E_{i,j}$ – матрица ядра фильтра.

Для вычисления энергии изображения могут быть использованы горизонтальный и вертикальный градиентный фильтры, ядра которых определяются так:

$$E_{hor} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, \quad E_{ver} = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}. \quad (3)$$

Преимуществом таких энергетических функций являются простота их реализации и, как результат, высокая скорость вычисления. Следует отметить, что горизонтальный градиентный фильтр лучше применить тогда, когда нужно выполнять масштабирование по вертикали. И, наоборот, в случае масштабирования по горизонтали лучше использовать вертикальный градиент, тогда происходит поиск границ объектов по вертикали.

Наиболее эффективным методом выделения границ объектов является фильтр Собеля [2]. Функция вычисления энергии изображения с его использованием будет выглядеть следующим образом:

$$e_{x,y} = \sqrt{\left(\sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 S_{i,j} \cdot P_{x+i,y+j} \right)^2 + \left(\sum_{i=0}^2 \sum_{j=0}^2 S_{j,i} \cdot P_{x+i,y+j} \right)^2}, \quad S = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 0 & 0 \\ -1 & 2 & -1 \end{pmatrix}. \quad (4)$$

Данный метод эффективно выделяет границы объектов на изображении, но требует большого количества вычислений и, соответственно, является достаточно медленным. Результаты применения данных функций энергии к одному и тому же изображению приведены на рис. 1.



Рис.1 – Результаты применения различных функций энергии. Слева направо: типовая функция энергии, на основе градиента, на основе фильтра Собеля.

Как можно заметить, наиболее сильно границы объектов оказались выделены при использовании оператора Собеля. Рассмотрим приведенные на

рис. 2 результаты сравнения функций энергии для изображений классов портрет и пейзаж.



Как можно увидеть из приведенных изображений, вес границ объектов оказывается достаточным, чтобы точки объекта не участвовали в расширении изображения только при использовании фильтра Собеля. При использовании градиентного фильтра часть объектов переднего плана все же меняет свои пропорции. В частности, на изображении пейзаж меняются пропорции здания, расположенного в правом нижнем углу. Вместе с тем исключение объекта переднего плана, занимающего значительную площадь изображения, из масштабирования приводит к появлению эффекта пикселизации. Этот эффект заметен на деревьях на заднем плане изображения портрета. Таким образом, лучше всего пропорции объектов переднего плана сохраняются при использовании оператора Собеля, но при этом значительно увеличивается время обработки изображения. Для его уменьшения в данной работе предлагается использовать технологии параллельного программирования.

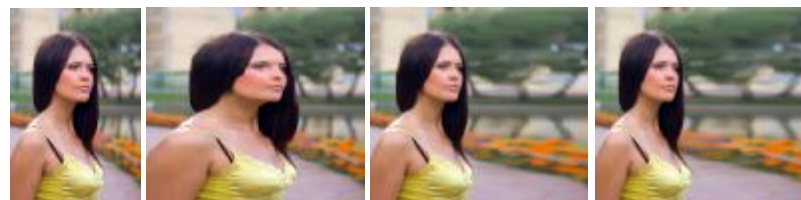


Рис.2 – Результаты непропорционального масштабирования изображений. Слева направо – исходное изображение, далее результаты масштабирования с использованием типовой функции энергии, градиента, фильтра Собеля.

Параллельная реализация непропорционального масштабирования. Для программной реализации поставленной задачи, были использованы технологии OpenMP и CUDA. Для реализации на базе технологии CUDA использовались входящие в состав библиотеки фильтры выделения границ объектов, и была создана реализация алгоритма поиска линии повтора. Времена обработки изображений различного размера с использованием функций энергии на основе фильтра Собеля и градиентного фильтра обеими реализациями приведены в таблице (использовались процессор Core 2 Duo 2,8 GHz и видеокарта GeForce 8800 GT).

Размер изображения	OpenMP, с		CUDA, с	
	Градиент	Собель	Градиент	Собель
1600x1200	1,2	2,9	0,08	0,12
3400x2100	4,6	8,1	0,26	0,49

Итак, выбор функции энергии оказывает существенное влияние на визуально воспринимаемое качество изображения, полученного в результате непропорционального масштабирования. Очевидно, что для программных пакетов, предполагающих профессиональное использование, имеет смысл реализовать поддержку выбора функции энергии. Использование платформы параллельного программирования CUDA позволяет ускорить выполнение операции непропорционального масштабирования более чем в 15 раз.

Список литературы: 1. Avidan S. Seam carving for content-aware image resizing / S. Avidan, A. Shamir // ACM Trans. Graph., 2007. – Vol. 26, № 3. 2. Яне Б. Цифровая обработка изображений / Б. Яне. – М.: Техносфера, 2007. – 584 с. 3. Боресков, А.В. Основы работы с технологией CUDA / А. В. Боресков, А. А. Харламов. – М.: ДМК Пресс, 2010. – 232 с.

Поступила в редакцию 01.06.2011

УДК 004.056.5

Е. Ю. ЛЕБЕДЕВА, ст. препод. кафедры ИУЗИС ОНПУ, г. Одесса;
Ю. Ф. ЛЕБЕДЕВ, начальник ИЦ НИИ Шторм, г. Одесса

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТРИК ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ КЛОНИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ЗАДАЧАХ ВЫЯВЛЕНИЯ ФАЛЬСИФИКАЦИИ

Досліджуються метрики для оцінки схожості блоків цифрового зображення, що використовуються в методі виявлення клонів ділянок зображень при виявленні фальсифікації. Робляться висновки про доцільність вживання розглянутих метрик і виборі переважної метрики в умовах даного завдання.

Исследуются метрики для оценки схожести блоков цифрового изображения, используемые в методе обнаружения клонированных участков изображений при выявлении фальсификации. Делаются выводы о целесообразности применения рассмотренных метрик и выборе предпочтительной метрики в условиях рассматриваемой задачи.

Metrics are investigated for the estimation of blocks similarity of digital image, using in a detection method of the cloned areas of images when exposing the forensics. Drawn conclusion about using expedience of the considered metrics and choice of preferable metric in the conditions of the examined task.

Введение. Информация играет важную роль в человеческом обществе. Современные технологии позволяют хранить и обрабатывать информацию в цифровом виде. Появление быстродействующей компьютерной техники, современных цифровых камер и программного обеспечения, позволяющего обрабатывать цифровую информацию, привело к широкому распространению цифровой фальсификации.

Объектами фальсификации могут служить цифровые изображения (ЦИ) и цифровое видео (ЦВ). Фальсификации ЦИ и ЦВ зачастую нельзя обнаружить человеческим глазом. Учитывая, что ЦИ и ЦВ могут выступать доказательствами в работе правоохранительных органов и судов, чрезвычайно актуальным является решение проблемы выявления фальсификации в ЦИ и ЦВ.

Постановка задачи и цель исследования. Существует достаточно много способов создания фальсификации в ЦИ. Эти способы можно свести, например, в следующие группы [1]:

- Композиция (compositing). Два или более ЦИ сращиваются вместе и образуют композиционное изображение.
- Морфинг (morphing). Трансформация одного ЦИ в другое.
- Ретуширование (re-touching). В ЦИ вносится ряд программных вмешательств, таких как размытие (blur), смазывание (smudge) и клонирование частей изображения.
- Усиление (enhancing). В ЦИ вносится ряд изменений, таких как усиление или уменьшение резкости (sharpen), изменение цвета и контраста (color and contrast adjustment).
- Компьютерная графика (computer graphics). Изменяются ЦИ, которые были созданы с использованием графических программ, например, Autodesk 3ds Max.

В настоящей работе рассматриваются фальсификации, созданные путем клонирования частей одного и того же изображения, так как этот вид фальсификации очень часто используется ввиду легкости осуществления. Целью работы является исследование различных метрик и выбор наилучшей из них для обнаружения клонированных участков в ЦИ (ЦВ), не подвергшихся процедуре сжатия. Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать методику обнаружения дублированных участков в изображении.
2. С учетом разработанной методики на основании вычислительного эксперимента проанализировать в качестве основного параметра, определяющего сходство между частями тестируемого изображения, различные метрики.
3. Выбрать предпочтительную метрику для решения рассматриваемой задачи используемым методом.

Метод обнаружения клонированных участков. Для обнаружения клонированных участков в задачах фальсификации предлагается следующая методика. Пусть имеется изображение I размера $M \times N$. Построим разбиение изображения на непересекающиеся блоки $D = \{d_1, d_2, \mathbf{K}, d_l\}$ размера $p \times p$ и на пересекающиеся блоки $C = \{c_1, c_2, \mathbf{K}, c_s\}$ размера $p \times p$, где $p < M$ и $p < N$. Необходимо найти для каждого блока $d_i, i = 1, \mathbf{K}, l$ подобный блок $c_j, j = 1, \mathbf{K}, s$, т.е. $Metrica(d_i, c_j) = \delta$, где δ – некоторая